

Docket No.: 1999P8173

RECEIVED

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on the date indicated below.

By: Markus Noll Date: February 14, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Jürgen Ziegler et al.  
Applic. No. : 10/033,950  
Filed : December 28, 2001  
Title : Apparatus for Monitoring Intentional or Unavoidable Layer  
Depositions and Method  
Art Unit : 2812

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 199, based upon the German Patent Application 199 29 615.4, filed June 28, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Noll  
For Applicants

MARKUS NOLFF  
REG. NO. 37,006

Date: February 14, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/kf



RECEIVED

MAR -4 2002

TC 2800 MAIL ROOM



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 29 615.4

**Anmeldetag:** 28. Juni 1999

**Anmelder/Inhaber:** Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung  
von absichtlichen oder unvermeidbaren Schicht-  
abscheidungen

**IPC:** C 23 C, C 23 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Januar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Nicht...

**Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung von absichtlichen oder unvermeidbaren  
Schichtabscheidungen**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von absichtlichen oder  
unvermeidbaren Schichtabscheidungen in einer Prozeßkammer sowie eine Vorrichtung zur  
Durchführung des Verfahrens.

● Bei Bearbeitungsvorgängen, die in Prozeßkammern durchgeführt werden und bei denen  
10 Material abgetragen wird, dazu gehören beispielsweise die Verfahren reaktives Ionenätzen  
(reactive ion etching RIE) und chemisch unterstütztes reaktives Ionenstrahlätzen (chemical  
assisted ion beam etching CAIBE), kann aufgrund der verwendeten Ausgangskemikalien  
und der entstehenden Reaktionsprodukte auf der Innenwand des Reaktors, in dem der  
Bearbeitungsvorgang durchgeführt wird, unabsichtlich ein Niederschlag abgeschieden  
15 werden. Da mit zunehmender Prozeßdauer die Dicke dieses Niederschlages stetig zunimmt  
und ab einer bestimmten erreichten Schichtdicke eine so starke Wechselwirkung des in der  
Kammer durchgeführten Prozesses mit diesem Niederschlag auftritt, daß der Prozeß  
destabilisiert werden kann, wird deshalb in periodischen Abständen, unter Durchführung  
eines speziellen Reinigungsprozesses dieser unvermeidbare Niederschlag entfernt.

20

**Stand der Technik**

Die Festlegung des Zeitpunktes zur Einleitung des Reinigungsprozesses geschieht gemäß  
dem Stand der Technik anhand von Erfahrungswerten, die aus der Bestimmung der Qualität  
25 der prozessierten Materialien gewonnen werden. Eine aktive Überwachung des Zustandes  
der Kammerwand findet nur in Ausnahmefällen statt, z.B wird bei einem Sensor bzw.  
Meßsystem zur Messung der Dicke des Niederschlages ein Meßprinzip auf der Basis der  
Messung von Wärmekapazität verwendet oder wird die Schichtdicke mittels  
Ultraschallwellenlaufzeiten bestimmt. Nachteile dieser Meßprinzipien sind z.B. die  
30 Notwendigkeit zusätzlicher elektrischer Durchführungen in die Prozeßkammer zur

Anbindung der Meßapparaturen an Auswertungseinheiten. Das Ultraschallwellenlaufzeitverfahren ist zudem temperaturempfindlich und wird in seiner Durchführung durch störende Reflexionen an den Aufbauten innerhalb der Prozeßkammer erschwert.

5

### Gelöste Aufgabe

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung des Zustandes der Prozeßkammer anzugeben, mit dem die für die
- 10 technologische und ökonomische Prozeßführung günstigsten Reinigungs-Zyklenzeiten mit möglichst geringem Aufwand ermittelt werden können.

### Beschreibung

- 15 Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung des Zustandes der Prozeßkammer angegeben, bei dem zur Bestimmung der Dicke des Niederschlags die Absorption und/oder Brechung von Licht an einer mitbeschichteten Öffnung ermittelt bzw. ausgewertet wird. Die Lichtquelle kann dabei prinzipiell von beliebiger Beschaffenheit sein. Bevorzugt ist entweder eine externe Lichtquelle oder die Verwendung von
- 20 Plasmaleuchterscheinungen als Lichtquelle. Externe Lichtquelle bedeutet dabei nicht zwingend, daß diese außerhalb der Prozeßkammer positioniert ist, vielmehr kann sich diese auch innerhalb der Prozeßkammer befinden. Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt der Gedanke zugrunde, einen Gegenstand als Sensorelement in die Prozeßkammer einzubringen an dem sich weitgehend der selbe Niederschlag wie an der Prozeßkammer
- 25 niederschlägt. Die Dicke des Niederschlages, die den Zustand der Prozeßkammer und damit die für die technologische ( und ökonomische) Prozeßführung günstigste Reinigungszyklenzeit festlegt, kann mit optischen Mitteln, wie z.B. mittels Lichtabsorption und/oder Brechung bestimmt werden.
- Das Verfahren beruht auf der Messung der Beeinflussung von Licht, z.B. durch Absorption
- 30 an dem Sensorelement. Das als Sensorelement bezeichnete Bauteil wird an einer Stelle in

- die Prozeßkammer gebracht, an der mit einer in der Qualität und der Form ähnlichen Ausbildung eines Niederschlags zu rechnen ist, wie auf dem zu bearbeitenden-/ zu behandelnden Gegenstand. Im Speziellen dort wo mit einem in Qualität und Form ähnlichen Niederschlag zu rechnen ist wie an der Kammerwand. Das Sensorelement besteht dabei
- 5 bevorzugt aus einem Material, das das zur Messung verwendete Licht vollständig absorbiert. Am Sensorelement wird mindestens eine durchgehende Öffnung, die prinzipiell von beliebiger Form sein kann, angebracht und das zur Messung verwendete Licht wird durch diese Öffnung beobachtet und mit einem Detektor detektiert. Das Sensorelement wird also wie eine Blende verwendet. Die Öffnung, bzw. die Öffnungen können auch räumlich nicht
- 10 vollständig durchgehend sein. Wesentlich ist jedoch, daß diese für den Lichtstrahl nahezu vollständig durchlässig sind. Eine spezielle Ausführungsform des Sensorelements ist z.B. ein geschichteter Aufbau des Sensorelements, wobei eine Schicht aus einem das verwendete Licht absorbierenden Material besteht und mindestens eine räumlich durchgehende Öffnung aufweist. Diese Schicht ist auf eine zweite Schicht, welche aus
- 15 einem das verwendete Licht nicht absorbierenden Material besteht aufgebracht. Die Größenordnung der räumlichen Dimension der Öffnung/en wird im gleichen Bereich wie die für den Kammerreinigungszeitpunkt festgelegte Schichtdicke gewählt. Das Meßprinzip beruht auf der Beobachtung des an der Öffnung absorbierten Lichtes. Die Absorption nimmt mit steigendem Zuwachsen der Öffnung zu.
- 20 Ist der Niederschlag für das verwendete Licht nur schwach absorbierend und findet das Zuwachsen der Öffnung in der Ausbildung einer linsenförmigen Struktur statt, so kann auch die zunehmende Streuung des Lichts an gekrümmten Oberflächen aufgrund von Brechung an den Grenzflächen zwischen Niederschlag und Umgebung, und aufgrund der auftretenden Lichtstreuung und Totalreflexion im Niederschlag ausgenutzt werden. Je größer die Dicke
- 25 des Niederschlags ist, desto weniger Lichtintensität wird am Detektor gemessen werden können. Die Reinigungszyklenzeit oder allgemein die Beschichtungsdicke kann durch den Vergleich der gemessenen Lichtintensität mit einer vorbestimmten Mindestintensität bestimmt werden. Die Erfindung ermöglicht dadurch die aktive Überwachung des Zustandes der Kammerwand ohne die Beschichtungsprozesse zu unterbrechen. In analoger
- 30 Vorgehensweise kann auch der mit dem Reinigungsvorgang verbundene Abtrag der

Schichtdicke beobachtet werden und die zur Reinigung der Prozeßkammer nötige Zeit (Reinigungszeit) durch den Vergleich der gemessenen Lichtintensität mit einer vorbestimmten Maximalintensität bestimmt werden. Die Reinigungszyklenzeit, bzw.

Reinigungszeit oder allgemein die Beschichtungsdicke kann durch den Vergleich der

5 gemessenen Lichtintensität mit einer vorbestimmten Intensität in optimaler Weise, ohne die Beschichtungsprozesse zu unterbrechen, bestimmt werden. Vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist neben dem geringen apparativen Aufwand auch, daß keine zusätzlichen elektrischen Durchführungen in die Prozeßkammer nötig sind.

10 Die Erfindung kann zur Überwachung sämtlicher Bearbeitungs-/Behandlungsvorgänge, bei denen eine beabsichtigte oder unbeabsichtigte Schichtabscheidung auftritt, verwendet werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Die Ansprüche 10 bis 12 geben Verfahren zur Durchführung von Messungen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung an.

15

Die bevorzugten Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung wird ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen  
20 detailliert beschrieben.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Vorrichtung zur Durchführung des  
erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung einer separaten Lichtquelle (1), welche bevorzugt vor einem zweiten Fenster (6), in einer Linie mit dem Sensorelement und dem Detektor positioniert ist.

25 Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau unter Ausnutzung der Plasmaleuchterscheinung (8) als Lichtquelle mit Verwendung eines zweiten Detektors (7) zur Referenzmessung.

Fig. 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau unter Ausnutzung der Plasmaleuchterscheinung (8) als Lichtquelle mit nur einem Detektor (5) und einem Kipp-/Drehmechanismus (9) zum Herausdrehen des Sensorelements (4) aus dem Strahlengang des Lichtes zwischen der  
30 Plasmaleuchterscheinung (8) und dem Detektor (5).

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Querschnitt des prinzipiellen Aufbaus des Sensorelementes mit einer durchgehenden Öffnung.

Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt aus dem Querschnitt des prinzipiellen Aufbaus des geschichteten Sensorelementes mit einer durchgehenden Öffnung in einer ersten absorbierenden Schicht und einer zweiten nichtabsorbierenden Schicht.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung weist eine Lichtquelle (1) auf, die einen Lichtstrahl (10) (dargestellt als Pfeil), erzeugt, der durch ein Fenster (6) in der Prozeßkammer (3) auf ein Sensorelement (4) fällt. Die Intensität des Lichts, das das Sensorelement durchdringen kann und über ein weiteres Fenster (2) die Prozeßkammer wieder verläßt, wird mit einem Detektor (5) gemessen. Die separate Lichtquelle kann sich auch innerhalb der Prozeßkammer befinden. Zum Ausgleich einer eventuellen Beschichtung der Beobachtungsfenster und/oder der separaten Lichtquelle und der damit verbundenen Abnahme der Lichtintensität oder einer Intensitätsschwankung der Lichtquelle kann ein Referenzdetektor (7) verwendet werden. Andernfalls sind die Fenster durch das Ergreifen geeigneter Maßnahmen vor einer Beschichtung im Bereich des Lichtstrahls zu schützen. Dies kann z.B. durch das Zurückversetzen des Fensters in eine zylinderförmigen Öffnung geschehen.

Die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung verwendet keine separate Lichtquelle, sondern nutzt als Lichtquelle Leuchterscheinungen im Plasma selbst aus. Hier ist ein zweiter Detektor (7) nötig oder, wie in Fig. 3 dargestellt, ein Kipp-/Drehmechanismus (9) zum Herausdrehen des Sensorelements aus dem Strahlengang zwischen der Lichtquelle und dem Detektor (5) damit die Intensität des Lichts, das ungehindert von der Quelle durch das Fenster (2) in den Detektor (5) gelangt, zur Referenz gemessen werden kann. Dieser Kipp-/Drehmechanismus kann auch in Verbindung mit einer separaten Lichtquelle eingesetzt werden. Prinzipiell ist jede Ausbildung der Lichtquelle zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich.

In Fig. 4 wird ein Ausschnitt aus dem Querschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform des Sensorelements (4), welches im Strahlengang des zur Messung verwendeten Lichts positioniert wird, dargestellt. Es weist eine durchgehende Öffnung mit dem Durchmesser  $d$  in

der Größenordnung der zu detektierenden maximalen Schichtdicke  $d'_{\max}$  auf. Die dreidimensionale geometrische Form der Öffnung kann, z.B. rund, rechteckig, schlitzförmig, konisch usw. ausgebildet sein. Das Sensorelement kann eine oder mehrere Öffnungen aufweisen, die unterschiedlich angeordnet sein können.

- 5 Das Verfahren basiert auf der Vorstellung, daß mit zunehmender Schichtdicke  $d'$  einer Abscheidung auch die effektive Öffnungsfläche des Sensorelements durch Zuwachsen der Öffnung verringert wird und deshalb mehr Licht absorbiert und/oder z. B. durch Lichtreflexion, Lichtbrechung, Totalreflexion an gekrümmten Ober-/Grenzflächen (abgeschiedene Schicht/Kammerfüllung) gestreut wird. Als Detektor kann ein einfaches
- 10 Bauelement, das auf die Intensität des einfallenden Lichts reagiert, z. B. eine Photodiode, verwendet werden. Es kann aber auch eine komplizierte Vergrößerungsoptik mit nachgeschaltetem CCD-Detektor zur direkten optischen Abbildung und z.B. computergestützten Auswertung der effektiven Fläche verwendet werden. Die Ausbildung des Detektorsystems ist prinzipiell beliebig, sie muß lediglich die Messung der Intensität der
- 15 elektromagnetischen Strahlung ermöglichen. Auch kann das Detektorsystem außerhalb sowie innerhalb der Prozeßkammer positioniert sein. Vorteilhaft ist die Positionierung des Detektorsystems außerhalb der Prozeßkammer, da dadurch die Verunreinigung der Prozeßkammer minimiert wird und eine Mitbeschichtung des Detektorsystems ausgeschlossen ist.
- 20 In Fig. 5 wird ein Ausschnitt aus dem Querschnitt durch ein aus zwei Schichten aufgebautes Sensorelement (4), welches im Strahlengang des zur Messung verwendeten Lichts positioniert wird, dargestellt. Es weist eine durchgehende Öffnung in einer ersten absorbierenden Schicht (11) und eine zweite nicht absorbierende Schicht (12) ohne Öffnung auf. Die erste Schicht ist auf eine zweite Schicht, welche aus einem das verwendete Licht
- 25 nicht absorbierenden Material besteht aufgebracht. Die Größenordnung der räumlichen Dimension der Öffnung wird auch hier in der gleichen Größenordnung wie die für den Kammerreinigungszeitpunkt festgelegte Schichtdicke gewählt. Die Schichtabscheidung erfolgt bevorzugt auf der Seite des Sensorelements mit der Öffnung in der das verwendete Licht absorbierenden ersten Schicht. Die Mitbeschichtung der zweiten nichtabsorbierenden



Sensororelementschicht wird dadurch und durch die zurückversetzte Position der Oberfläche der nichtabsorbierenden Schicht innerhalb der Öffnung weitestgehend vermieden.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Überwachung von Schichtabscheidungen in einer Prozeßkammer,  
bestehend aus
    - 5 – einer Lichtquelle (1,8),
    - einem Sensorelement (4),
    - mindestens einem Lichtdetektor (5),

**wobei** das Sensorelement geeignet beschaffen ist, um die Intensität des vom Detektor gemessenen Lichtstrahls (10) durch die Dicke der auf dem Sensorelement

  - 10 aufwachsenden Schicht zu beeinflussen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Detektor (5) außerhalb der Prozeßkammer (3) befindet und die Intensität des Lichtes der Lichtquelle durch ein Fenster (2) in der Prozeßkammer hindurch gemessen wird.
  3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und/oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei der
  - 15 Lichtquelle um eine separate Lichtquelle (1) handelt, welche bevorzugt vor einem zweiten Fenster (6) in einer Linie mit dem Sensorelement und dem Detektor positioniert ist.
  4. Vorrichtung nach Anspruch 1 und/oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß als Lichtquelle eine Plasmaleuchterscheinung (8) in der Prozeßkammer genutzt wird.
  5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**,  
daß ein Kipp/Drehmechanismus (9) das Herauskippen/Drehen des Sensorelements (4)
  - 20 aus dem Strahlengang des Lichtes zwischen Plasmaleuchterscheinung (8) oder separater Lichtquelle (1) und Detektor (5) ermöglicht.
  6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**,  
daß ein weiterer Detektor (7) zur Messung der Intensität des nicht vom Sensorelement
  - 25 beeinflussten Lichtes der Lichtquelle vorhanden ist.
  7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet**,  
daß das Sensorelement mindestens eine durchgehende Öffnung und/oder mindestens einen den Lichtstrahl wesentlich geringer absorbierenden Bereich als das restliche

Sensorelement aufweist durch die/den hindurch die Intensität des Lichts, in Abhängigkeit der durch die Dicke der aufwachsenden Schicht zuwachsenden Öffnung, gemessen wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7 **dadurch gekennzeichnet**, daß die räumliche Ausdehnung der Öffnung in der gleichen Größenordnung liegt wie eine zu bestimmende maximale Schichtdicke.
9. Verfahren zum Durchführen von Messungen mit der Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, daß das Aufwachsen oder das Abtragen von Schichten überwacht wird.
10. Verfahren zum Durchführen von Messungen mit der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6 **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder mehrere Referenzintensitätsmessungen, des von der Lichtquelle emittierten, von dem Sensorelement unbeeinflussten Lichtes zur Berücksichtigung von Intensitätsschwankungen der Lichtquelle und/oder Verschmutzungs- und/oder Schichtabscheidungseinflüssen auf dem Fenster, durchgeführt werden.
- 15 11. Verfahren zum Durchführen von Messungen mit der Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Vergleich der gemessenen Lichtintensität mit einer vorbestimmten Mindestintensität aus der Intensitätsmessung des Lichtes eine Reinigungszyklenzeit der Prozeßkammer ermittelt wird.
- 20 12. Verfahren zum Durchführen von Messungen mit der Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Vergleich der gemessenen Lichtintensität mit einer vorbestimmten Maximalintensität aus der Intensitätsmessung des Lichtes eine Reinigungszeit der Prozeßkammer ermittelt wird.

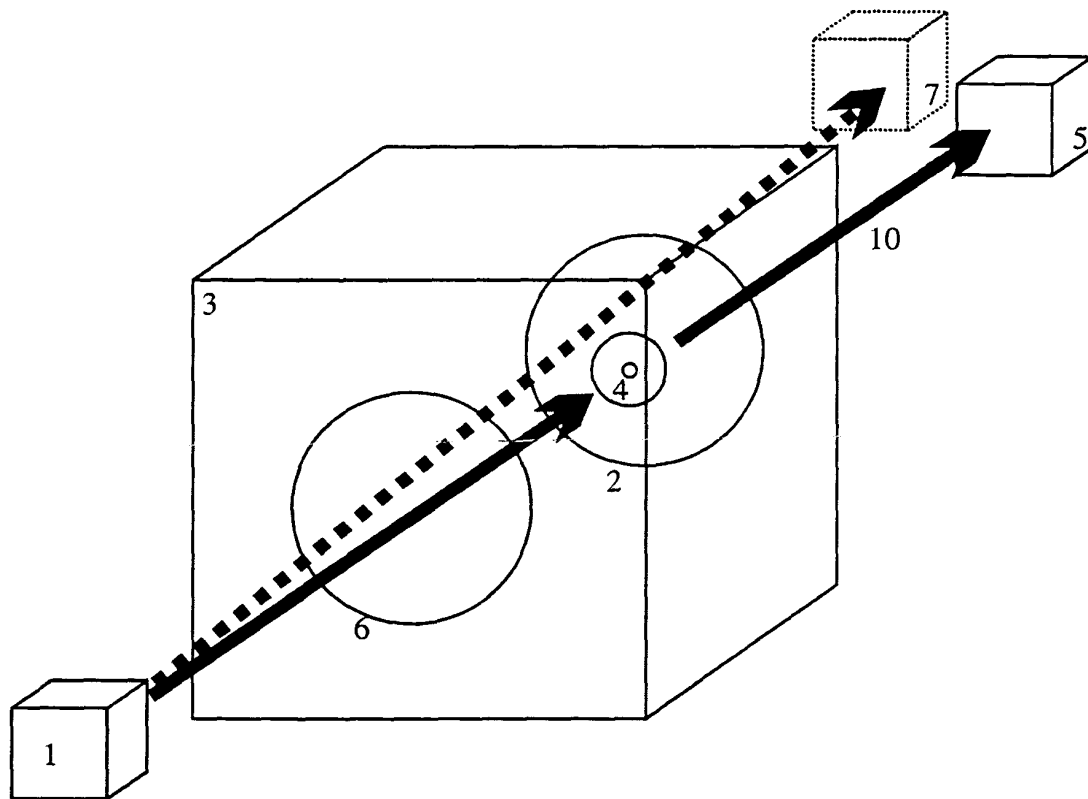


Fig. 1

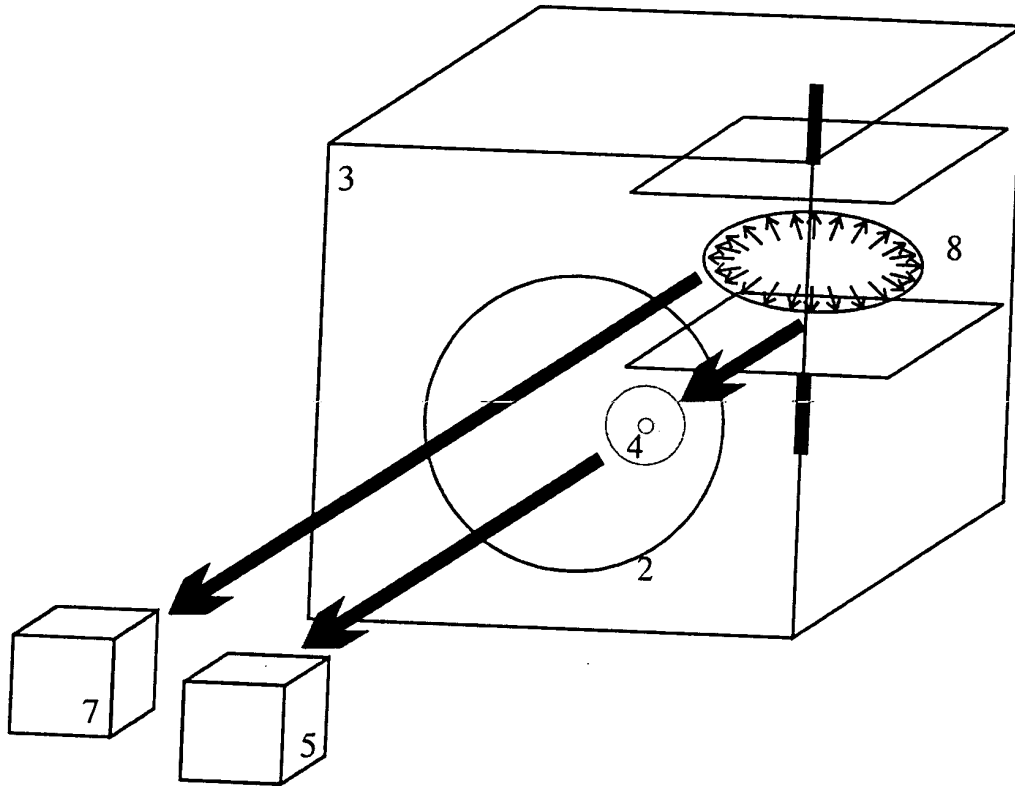


Fig. 2

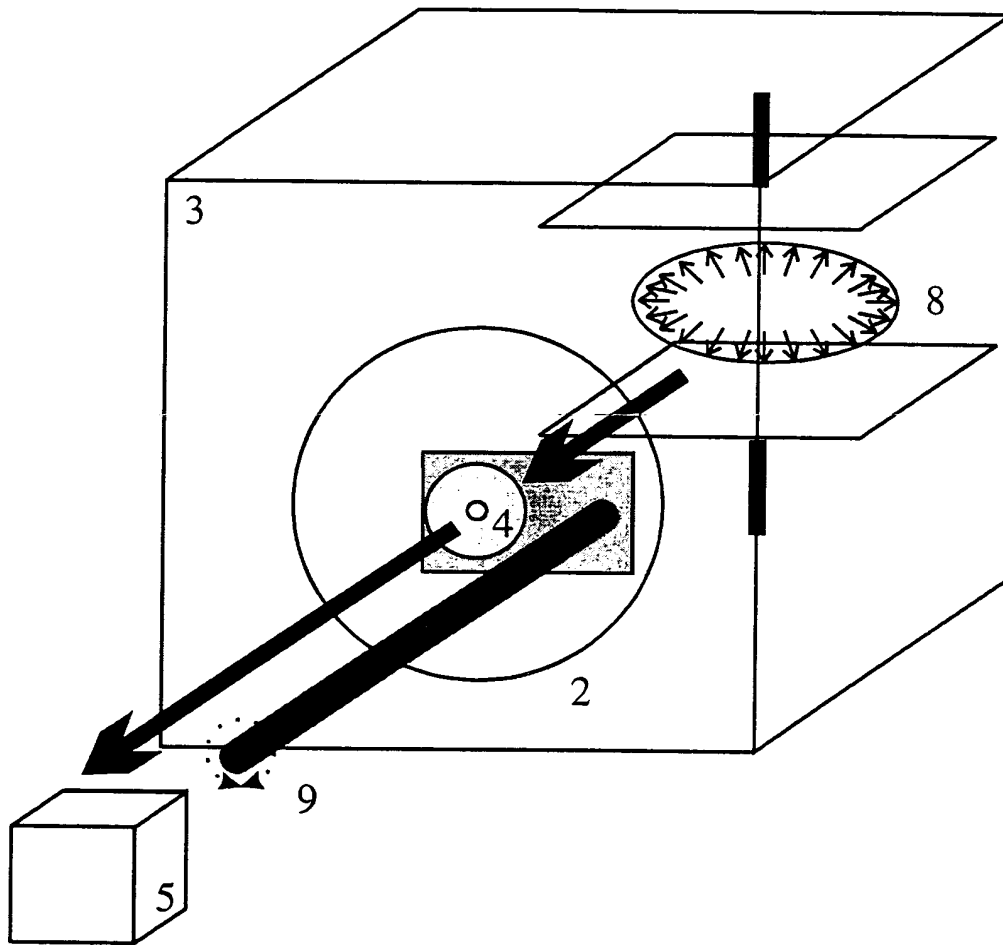


Fig. 3



US 1003395006P1



Creation date: 20-08-2003  
Indexing Officer: TDANG5 - TIEN DANG  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 10033950

Legal Date: 21-07-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	CTNF	7
2	892	1
3	1449	3

Total number of pages: 11

Remarks:

Order of re-scan issued on .....